

Tinjauan Kapasitas Kali Brantas Sebelum dan Sesudah Insiden Lapindo Brantas

Kuntjoro

Staft Pengajar Diploma Teknik Sipil ITS

Email : kuntjoro_rivers@yahoo.co.id, kuntjoro@ce.its.ac.id

ABSTRAK

Alur kali dan infrastruktur sungai Brantas merupakan reservoir pengendali debit banjir serta regulator bagi pengendali banjir dan supply kebutuhan air. Dengan insiden Lapindo Brantas accident maka fungsi tersebut akan terpengaruh. Tinjauan dan tindakan secara integral dan seksama sangat diperlukan untuk menyelamatkan harkat khalayak. Tulisan ini menyajikan ide awal penyelesaian masalah tersebut sehingga studi/kajian yang lebih detail perlu dilakukan. Sebelum insiden Lapindo Brantas untuk segmen - segmen tertentu Kali Brantas sudah dalam keadaan kritis dalam mengendalikan debit banjir rencana periode ulang 20 tahun, juga di segmen Kanal Porong. Setelah insiden Lapindo Brantas kapasitas kanal ini akan sangat riskan, sehingga perlu bantuan alat - alat berat untuk pengendalian sedimen akibat insiden ini. Operasional alat - alat berat akan memerlukan tenaga dan biaya yang sangat besar apalagi dalam waktu yang belum bisa dipastikan lamanya. Perlu adanya perubahan pola operasi sungai untuk penentuan siklus periodik penggelontoran sedimen akibat insiden ini.

Kata kunci : *kapasitas sungai, debit banjir rencana terkendali, lumpur lapindo.*

1. PENDAHULUAN

Penduduk yang tinggal di wilayah Sungai Brantas yang tercatat pada tahun 1996 mencapai 13,8 juta orang atau sekitar 42% dari penduduk Propinsi Jawa Timur. Kali Brantas mempunyai peran cukup besar dalam menunjang ekonomi Propinsi Jawa Timur sebagai lumbung pangan nasional yang memberi kontribusi lebih dari 30% stok pangan nasional, dimana 7,8% merupakan sumbangan dari DPS Kali Brantas.

Kali Brantas dengan luas Daerah Pengaliran Sungai 12.000 km² atau sekitar 25% dari luas Propinsi Jawa Timur. Dengan jumlah curah hujan rata-rata mencapai 2000 mm/tahun dan dengan total panjang sungai 320 km, mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif, yaitu Gunung Kelud.

Waduk-waduk dan bangunan-bangunan sungai merupakan reservoir dan sekaligus sebagai pengendali debit banjir serta regulator bagi supply kebutuhan air. Dengan berkembang pesatnya pembangunan infrastruktur di DASnya mengakibatkan perubahan tutupan lahan

sehingga mengakibatkan meningkatnya run-off dan debit banjir. Perubahan tutupan lahan di DAS ini juga menyebabkan laju sedimentasi di waduk dan pendangkalan sungai.

Lapindo Brantas accident dengan semburan lumpur panas mencapai sekitar 50 ribu m³/hari yang terjadi pada tahun 2006 di dekat Porong Canal merupakan bagian kejadian yang berpengaruh pada kondisi keamanan Kali Brantas, karena solusi semburan lumpur ini dialirkan ke Porong Canal, sehingga mengurangi kapasitas kanal ini dan juga operasionalnya.

2. MASALAH

Dengan perubahan - perubahan yang terjadi di DAS-nya dan Lapindo Brantas accident, maka perlu peninjauan terhadap kondisi kemananan Kali Brantas dalam mengendalikan banjir sebelum dan sesudah Lapindo Brantas accident.

3. PENDEKATAN PENYELESAIAN

3.1. Tinjauan Infrastruktur Kali Brantas

1). Waduk

Terdapat tujuh bendungan/waduk multi fungsi di DAS Kali Brantas, pada saat musim hujan waduk - waduk ini berfungsi sebagai pengendali banjir. Kapasitas waduk - waduk tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

2). Bangunan Sungai

Bangunan - bangunan sungai sebagai pengendali debit dan elevasi permukaan air. Bangunan - bangunan ini berupa bendung garak yang dijelaskan sebagai berikut :

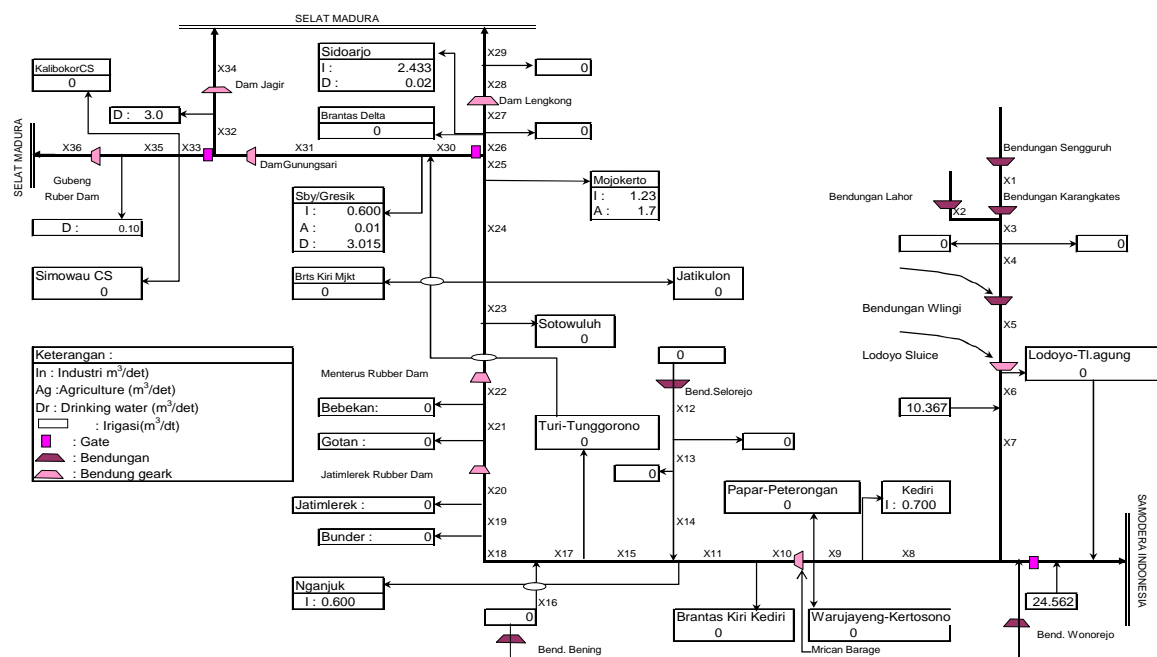
- Lodoyo Sluice : bendung gerak berupa pintu air. Untuk irigasi Lodoyo - Tulungagung
- Ngrowo Gate : pintu air untuk mengendalikan debit Kali Brantas - Kali Ngrowo

- Mrican Barrage : bendung gerak di Kediri untuk irigasi Papar-Peterongan dan Warujayeng - Turi Tunggorono
- Jatimlerek Ruber Dam : untuk irigasi Bunder dan irigasi Bunder.
- Menturus Ruber Dam : untuk irigasi Bebekan.
- Dam Lengkong : untuk irigasi Delta Brantas, air minum Mojokerto dan Sidoarjo dan Industri di Sidoarjo.
- Mlirip Gate : pengendali debit banjir ke kali Surabaya dan kebutuhan air ke Surabaya
- Gunungsari Dam : Industri, Agriculture dan Air minum untuk Surabaya dan Gresik
- Jagir Dam : untuk air minum PDAM Surabaya Ngagel
- Gubeng Ruber Dam : untuk PAM Kayoon dan Irigasi Kalibokor

Tata air dan tata letak infrastruktur sungai Brantas secara skematis dinyatakan dalam Gambar 1.

Tabel 1 : Kapasitas waduk - waduk di DAS Brantas

Nama Waduk	Sengguruh	Karangkates	Lahor	Wlinggi	Wonorejo	Selorejo	Bening
Kapasitas (m3)	2.45E+07	3.90E+08	3.61E+07	2.41E+07	2.59E+08	6.25E+07	3.75E+07



Gambar 1 : Tata air dan tata letak infrastruktur sungai Brantas

3.2. Banjir Rencana Terkendali

1). Banjir Rencana

Banjir rencana didekati dengan metode regresi Gumbel dari data seri debit aliran masuk/inflow untuk masing - masing waduk seperti yang terlihat pada Gambar 1. Kemudian hasil analisis debit banjir rencana ini dipakai untuk input operasi sistem sungai untuk mendapatkan minimize debit release dari masing - masing waduk.

2). Optimasi Operasi Sistem Sungai

Dalam pembahasan ini ditinjau proses optimasi dengan mempertimbangkan ketertabatan kapasitas waduk yang ada dalam wilayah sungai dan keterbatasan kapasitas fasilitas sungai untuk menampung dan mengalirkan debit banjir. Dengan demikian diperoleh sistem regulasi pengaliran debit banjir yang optimum.

Optimasi operasi reservoir dan bangunan pengendali lainnya yang dilakukan adalah dengan meminimumkan outflow pada saat banjir dari semua. Dalam bahasan ini dilakukan optimasi operasi dari semua reservoir yang ada dalam wilayah Sungai Brantas pada saat musim hujan dilakukan optimasi minimize outflow dan daya tampung air dari semua waduk dengan mempertimbangkan kapasitas sungai. Penyelesaian model matematis yaitu dengan program *Solver Microsoft Excel* dengan sel target untuk keadaan banjir adalah meminimumkan outflow dari semua waduk dengan asumsi bahwa semua lahan untuk irigasi tidak membutuhkan air. Model matematis untuk optimasi penggunaan air menggunakan beberapa istilah-istilah sebagai berikut :

1. **Optimasi**, tujuan dari optimasi adalah untuk menentukan tingkat layanan Kali Brantas dalam mengalirkan debit banjir dan memenuhi semua kebutuhan air saat musim kering.
2. **Fungsi Obyektif** dari model matematis adalah meminimumkan release pada saat banjir dan meminimumkan kekurangan suplai dengan asumsi semua kebutuhan terpenuhi dengan memberikan kebebasan nilai suplai.
3. **Kendala**, adalah faktor yang membatasi dalam pemenuhan kebutuhan air sesuai dengan kondisi

sistem yang ada, kendala ini antara lain adalah :

- Volume air yang diterima tidak boleh lebih dari air yang tersedia.
- Harus ada debit minimum di sungai untuk menjaga konservasi sungainya sendiri.
- Kondisi muka air maksimum dan minimum di reservoir sudah tertentu sesuai dengan ketentuan teknis reservoirnya.
- Kondisi debit banjir di reservoir air tidak hanya keluar dari intake-intake saja melainkan juga melimpah dari saluran pelimpah.
- Penggunaan air dari reservoir harus lebih besar dari nol.
- Outflow dari reservoir harus lebih kecil dari volume air di reservoir ditambah inflow dikurangi dengan kapasitas minimum.

3). Penelusuran banjir di sungai (river routing).

Hasil yang didapat dari optimasi operasi waduk kemudian sebagai input pada proses perhitungan routing dengan river routing metode Muskingum.

3.3. Perkiraan Debit Semburan Lumpur Lapindo Brantas

Besarnya debit semburan lumpur diperkirakan dengan menggunakan data area yang terkena pengaruh lumpur sampai hari ke 20 (duapuluh). Dengan memetakan area yang terkena luberan lumpur, maka area lumpur pada hari ke 20 diperkirakan sebesar 84 ha (840.000 m²). Sedangkan ketinggian lumpur yang terjadi bervariasi, tergantung jaraknya dari pusat semburan. Makin jauh dari pusat semburan lumpur, tinggi lumpur makin berkurang. Pada pusat semburan, tinggi lumpur diperkirakan telah pada hari kedua puluh mencapai 4.5 meter. Perkiraan ini didasarkan atas tinggi kepundan lumpur pada peninjauan lapangan seperti yang dinyatakan dalam Foto 1.

Dari analisa data yang tersedia diperoleh tinggi rata-rata lumpur adalah sebesar 1,0 meter. Dengan demikian volume total lumpur sampai hari ke 20 diperkirakan sebesar 840.000 m³, sehingga besarnya debit lumpur diperkirakan sebesar ±

42.000 m³/hari atau sama dengan + 0,5 m³/detik.



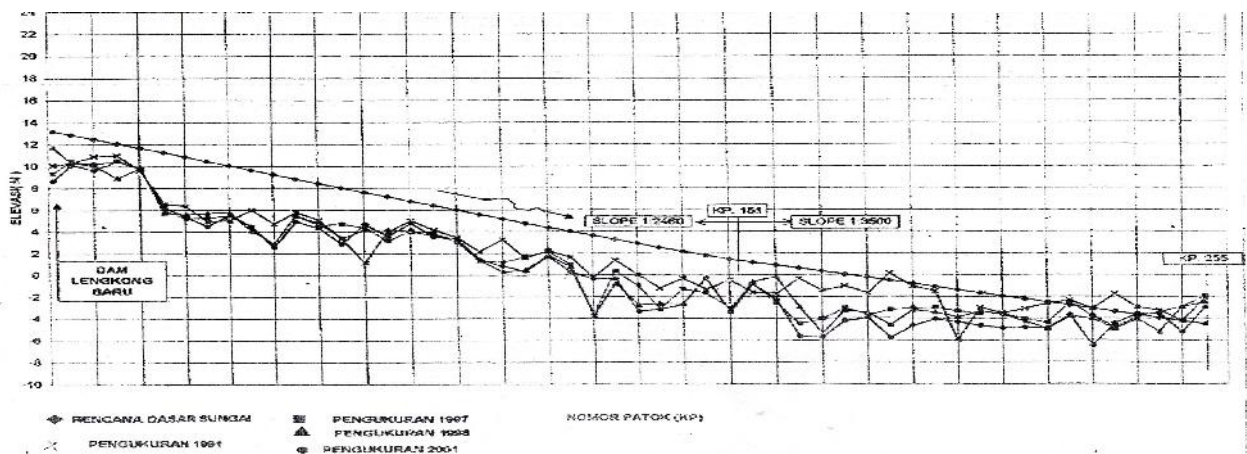
Foto 1 : Tinggi Kepundan lumpur pada hari ke 20

4. KAPASITAS KALI BRANTAS SEBELUM LAPINDO BRANTAS ACCIDENT

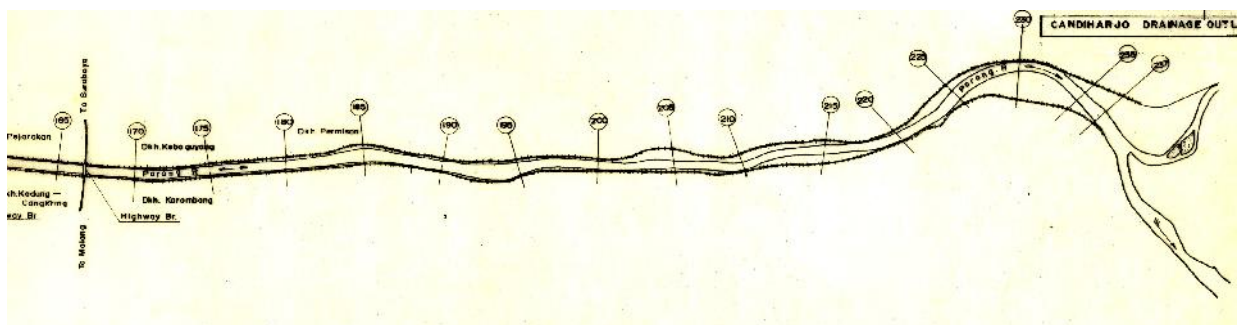
Kemiringan dasar berkisar antara $1,00 \times 10^{-3}$ - $6,67 \times 10^{-4}$, bagian tengah dengan kemiringan dasar berkisar antara

$6,67 \times 10^{-4}$ - $4,00 \times 10^{-4}$, dan bagian hilir dengan kemiringan dasar berkisar antara $4,00 \times 10^{-4}$ - $1,67 \times 10^{-4}$, terlihat bahwa kemiringan dasar sungai di hilir Kali Brantas di daerah Porong sangat datar. Gmbara 2 menunjukkan kemiringan hilir Porong Canal dari berbagai tahun pengukuran sebelum Lapindo Brantas accident.

Kapasitas alur Kali Brantas sebelum Lapindo Brantas accident sesuai dengan perencanaan dari Gambar 2 dan Gambar 3. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Terlihat pada tabel ini bahwa kapasitas Kali Brantas sangat bervariasi, tidak seperti lazimnya sungai pengendali banjir semakin ke hilir kapasitasnya semakin besar.



Gambar 2. Kemiringan Porong Canal sebelum Lapindo Brantas accident



Gambar 3 : Planform alur Porong Canal

5. HASIL DAN ANALISIS

1). Sebelum Lapindo Brantas Accident

Hasil pengendalian debit banjir rencana dengan operasi waduk dan sistem pengaturan infrastruktur sungai serta penelusuran banjir dinyatakan dalam

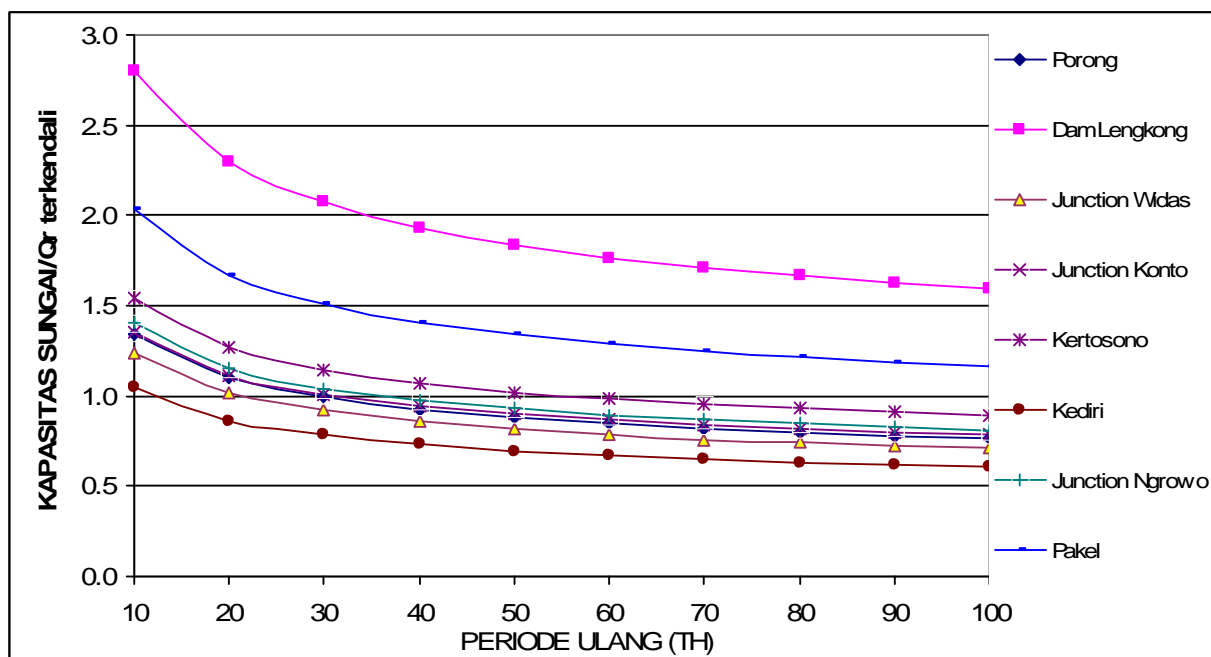
Tabel 3 Kemudian dinyatakan dalam Tabel 4 yaitu perbandingan antara kapasitas sungai sebelum Lapindo Brantas accident dengan debit banjir terkendali dan kemudian dijelaskan dengan Gambar 4.

Tabel 3 : Debit banjir rencana terkendali

Lokasi	Km	Kapasitas (m ³ /det)	Debit banjir rencana terkendali									
			Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₃₀	Q ₄₀	Q ₅₀	Q ₆₀	Q ₇₀	Q ₈₀	Q ₉₀	Q ₁₀₀
Porong	10	875	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	20	1450	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	30	1080	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	40	1360	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
Dam Lengkong	45	1825	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	50	1620	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	60	1360	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	70	1250	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
Jabon	80	1700	650.9	793.3	879.9	943.1	992.3	1032.6	1066.7	1096.2	1122.3	1145.7
	90	820	663.0	805.4	892.0	955.2	1004.4	1044.7	1078.8	1108.3	1134.4	1157.8
	100	900	663.6	806.0	890.5	950.8	997.8	1036.2	1068.7	1096.9	1121.8	1144.1
	110	1020	663.6	806.0	890.5	950.8	997.8	1036.2	1068.7	1096.9	1121.8	1144.1
Junction Widas	120	930	663.6	806.0	890.5	950.8	997.8	1036.2	1068.7	1096.9	1121.8	1144.1
	130	690	683.7	832.2	920.4	983.3	1032.3	1072.3	1106.3	1135.7	1161.7	1184.9
	140	720	683.7	832.2	920.4	983.3	1032.3	1072.3	1106.3	1135.7	1161.7	1184.9
	150	720	683.7	832.2	920.4	983.3	1032.3	1072.3	1106.3	1135.7	1161.7	1184.9
Kertosono	160	960	683.7	832.2	920.4	983.3	1032.3	1072.3	1106.3	1135.7	1161.7	1184.9
	170	1370	673.3	821.9	910.0	972.9	1021.9	1062.0	1095.9	1125.3	1151.3	1174.6
Mrican Barage												
Kediri												
Junction Ngrowo												
Pakel												

Tabel 4 : Rasio kapasitas sungai sebelum Lapindo Brantas accident dengan debit banjir terkendali

Lokasi	Km	Kapasitas (m ³ /det)	Perbandingan Kapasitas Sungai dengan Debit Banjir Terkendali									
			Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₃₀	Q ₄₀	Q ₅₀	Q ₆₀	Q ₇₀	Q ₈₀	Q ₉₀	Q ₁₀₀
Porong	10	875	1.344	1.103	0.994	0.928	0.882	0.847	0.820	0.798	0.780	0.764
	20	1450	2.228	1.828	1.648	1.537	1.461	1.404	1.359	1.323	1.292	1.266
	30	1080	1.66	1.361	1.227	1.145	1.088	1.046	1.013	0.985	0.962	0.943
	40	1360	2.089	1.714	1.546	1.442	1.371	1.317	1.275	1.241	1.212	1.187
Dam Lengkong	45	1825	2.804	2.300	2.074	1.935	1.839	1.767	1.711	1.665	1.626	1.593
	50	1620	2.489	2.042	1.841	1.718	1.633	1.569	1.519	1.478	1.443	1.414
	60	1360	2.089	1.714	1.546	1.442	1.371	1.317	1.275	1.241	1.212	1.187
	70	1250	1.920	1.576	1.421	1.325	1.260	1.211	1.172	1.140	1.114	1.091
Jabon	80	1700	2.612	2.143	1.932	1.803	1.713	1.646	1.594	1.551	1.515	1.484
	90	820	1.237	1.018	0.919	0.858	0.816	0.785	0.760	0.740	0.723	0.708
	100	900	1.356	1.117	1.011	0.947	0.902	0.869	0.842	0.820	0.802	0.787
	110	1020	1.537	1.265	1.145	1.073	1.022	0.984	0.954	0.930	0.909	0.892
Junction Widas	120	930	1.401	1.154	1.044	0.978	0.932	0.898	0.870	0.848	0.829	0.813
	130	690	1.009	0.829	0.750	0.702	0.668	0.643	0.624	0.608	0.594	0.582
	140	720	1.053	0.865	0.782	0.732	0.697	0.671	0.651	0.634	0.620	0.608
	150	720	1.053	0.865	0.782	0.732	0.697	0.671	0.651	0.634	0.620	0.608
Kertosono	160	960	1.404	1.154	1.043	0.976	0.930	0.895	0.868	0.845	0.826	0.810
	170	1370	2.035	1.667	1.505	1.408	1.341	1.290	1.250	1.217	1.190	1.166
Mrican Barage												
Kediri												
Junction Ngrowo												
Pakel												



Gambar 4. Rasio Kapasitas sungai dengan Debit banjir terkendali Pra Lapindo Accident

2). Setelah Lapindo Brantas Accident

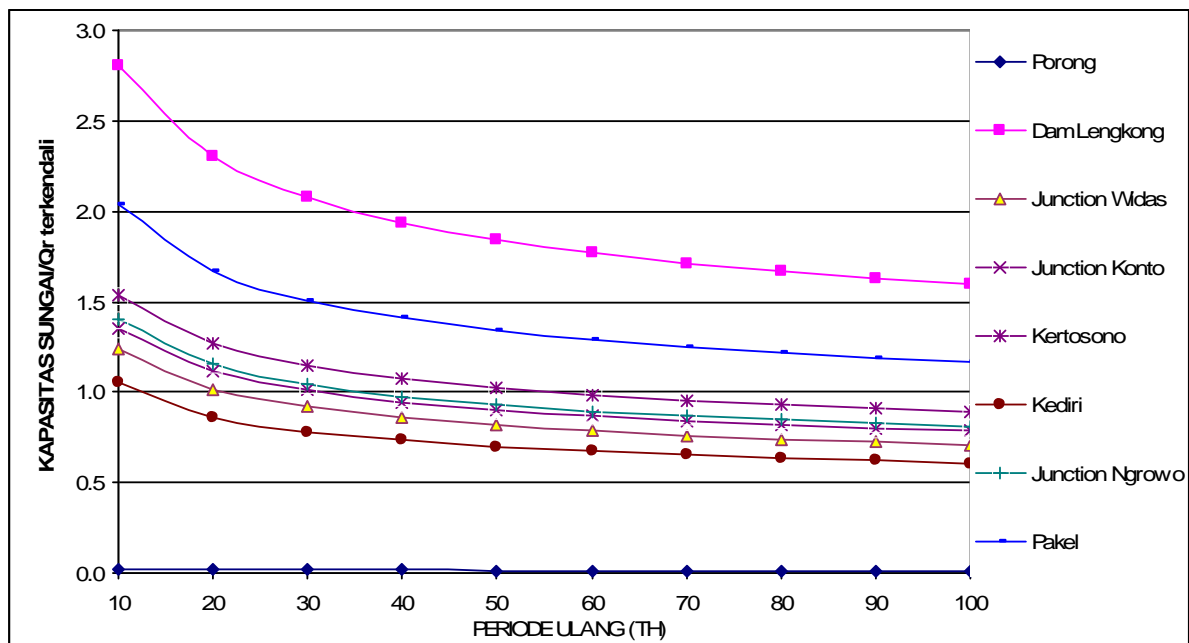
Meninjau kapasitas tampung Kali Porong seperti yang ditunjukkan Grafik1 tentang degradasi akibat penambangan pasir dasar Kali Porong dan Gambar 2. tentang alur Porong Canal bisa ditentukan kapasitas kali Porong sampai dengan dasar sungai rencana $150 \times 1,5 \times 10.000 = 2.250.000$ m³. Maka Porong Canal akan penuh dalam waktu $2.250.000 / 0,5 \times 60 \times 60 \times 24 = 52$ hari. Jika diaperkirakan kadar kandungan Lumpur dalam semburan itu adalah 50% maka Porong Canal akan penuh dalam 104 hari.

Namun demikian perlu dipertimbangkan bahwa dalam aliran gravitasi dari kepundan lumpur sampai dengan Porong Canal akan terjadi penguapan dan pengendapan, sehingga akan terjadi peninggian kepundan dan endapan disepanjang saluran menuju Porong Canal. Dengan demikian perkiraan volume lumpur

2.250.000 m³ atau 50%-nya itu tidak akan terjadi.

Dengan kondisi demikian ini maka perlu analisis lebih lanjut untuk menentukan volume Lumpur yang bisa mengalir sampai dengan Porong Canal. Dengan anggapan volume lumpur bisa dialirkan hanya 25% maka akan mengisi bagian palung Porong Canal dalam waktu 208 hari. Setelah dilewati waktu ini kondisi kapasitas Porong Canal sudah mendekati angka 0, yang bisa diharapkan adalah keberhasilan penggelontoran sediment lumpur dari arah Dam Lengkon dan bantuan operasional alat - alat berat untuk membantu percepatan penggelontoran.

Grafik rasio kapasitas sungai Brantas dengan debit banjir terkendali pasca Lapindo Brantas Accident akan seperti yang digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rasio Kapasitas sungai dengan Debit banjir terkendali Pasca Lapindo Accident

6. KESIMPULAN

1. Pra Lapindo Brantas Accident.

- Kapasitas alur Kali Brantas sangat bervariasi, untuk segmen-segmen tertentu sangat riskan dalam pengendalian banjir debit di atas Q20 yaitu untuk segmen : Porong (Km 10), Konto Junction (Km 100), Widas Junction (Km 90) dan Ngrowo Junction (Km 160).
- Masih aman dalam pengendalian debit banjir Q100 hanya dua segmen yaitu segmen Pakel (Km 170) dan segmen Dam Lengkong (Km 45 - 50).

2. Pasca Lapindo Brantas Accident.

- Secara fisik semburan lumpur Lapindo Brantas hanya berpengaruh pada segmen Porong, namun secara operasional sungai Brantas akan berpengaruh pada keseluruhan komponen infrastruktur sungai.
- Kapasitas Porong Canal secara alamiah akan sangat berkurang setelah setahun dari masuknya Lumpur Lapindo ke kanal ini.
- Keberhasilan penggelontoran endapan lumpur Lapindo Brantas di Porong

Canal. Sangat tergantung dari operasional Kali Brantas.

7. SARAN

- Penggelontoran endapan lumpur Lapindo Brantas di Porong Canal hendaknya dilakukan tidak hanya pada saat banjir saja, sehingga lumpur bisa digelontor sedikit demi sedikit. Untuk kepentingan ini maka perlu adanya koordinasi pihak - pihak terkait dalam hal pembagian air pada saat musim kemarau.
- Dalam hal debit banjir yang melampaui batas kapasitas sungai hendaknya tetap dilakukan prosedur operasional sungai semula, yaitu menjebol tanggul kanan Porong Canal. Sehingga debit banjir besar tetap tidak mengganggu aliran ke arah kali Surabaya.

8. DAFTAR ACUAN

- Ang, A. H. S.; Tang, W. H, *Probability Concepts in Engineering and Design*, Volume 2, John Wiley & Sons Inc, New York, 1984

Chow V. T., *Open Channel Hydraulics*, Mc. Grow Hill, Kogakusha LTD, Tokyo, 1959.

Chow. V.T, & Maidment D.R, *Applied Hidrology*, Mc.Graw-Hill International Edition, 1988.

Handerson, *Open Channel Flow*, The Macmillan Company, New York, 1966.

Hsieh Wen Shen, *River Mechanics* Volume I, H.W.Shen, Box 606, Fort Collins, Colorado, U.S.A. 80521.

Japan International Cooperation Agency, *DEVELOPMENT OF THE BRANTAS RIVER BASIN*, cooperation of Japan and Indonesia, Printed in japan 1998.

NIPPON KOEI Co, Ltd, PT. INDRA KARYA, *COMPLETION REPORT ON RIVER IMPROVEMENT WORKS*, OECF December 1993.

Perum Jasa Tirta I, *DATA HIDROLOGI DPS Kali Brantas*, 2001-2007.